

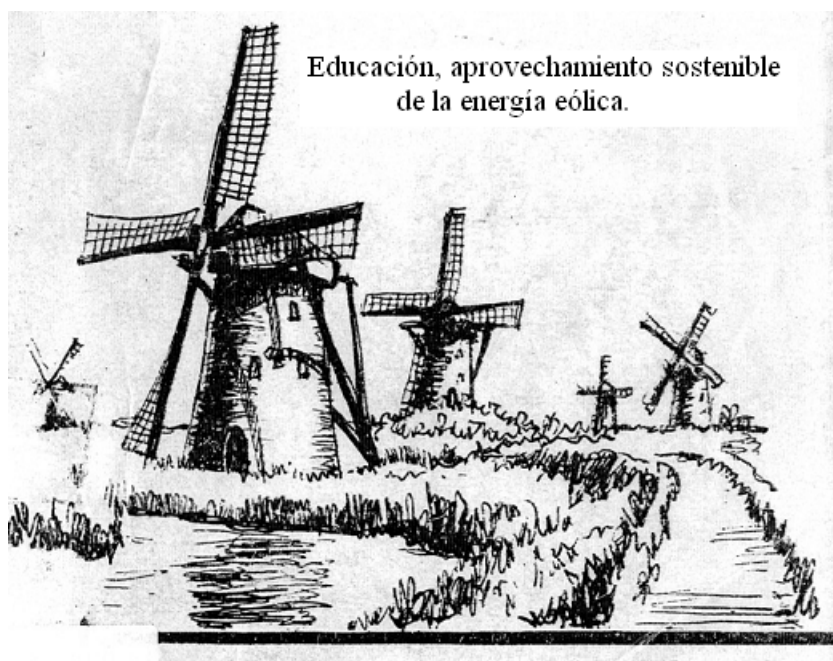
Educación, aprovechamiento sostenible de la energía eólica

Título: Educación, aprovechamiento sostenible de la energía eólica. **Target:** Alumnos de Tecnología. 4º ESO y Bachillerato. **Asignatura:** Tecnología. **Autor:** Marco Antonio Suárez Pindado, Licenciado en Ciencias Químicas, Profesor de Tecnología en Educación Secundaria.

RESUMEN

Actualmente asistimos al renacer de las fuentes de energía renovable: eólica, hidráulica, solar y biomasa. Abandonadas desde la aparición del petróleo, comienzan a recobrar la importancia que se merecen.

Las energías renovables son inagotables, limpias e invitan a utilizarlas de forma descentralizada y autogestionada. Este último punto es muy importante en nuestros días donde hay sofisticados sistemas para aprovechar estas energías, financiadas por las grandes multinacionales, tendentes a centralizar lo que es descentralizado. Cuyo objetivo es seguir manteniendo el contador, el recibo y la dependencia de la compañía eléctrica.



Educación, aprovechamiento sostenible de la energía eólica.

Si en vez de una de esas enormes plantas eólicas, hay miles de pequeños molinos, habremos eliminado el recibo y conseguido autonomía, independencia energética y evitaremos las pérdidas de energía durante el transporte.

Nunca han pensado en construir algo con sus propias manos, en reutilizar y reciclar, en hacer algo bonito y útil.

Les propongo la construcción de un molino de viento o aerogenerador.

En este artículo vamos a dar un enfoque general sobre la energía eólica y su aprovechamiento y a orientarles sobre la fabricación de un aerogenerador.

Palabras clave: reutilizar, reciclar, autonomía, aerogenerador.

CONSIDERACIONES PREVIAS

El molino debe estar construido para resistir vientos huracanados, agua, sol, frío y calor. Además deben tener un mantenimiento reducido.

Para conseguir máquinas duraderas es preciso que estén hechas siguiendo tres principios:

- Máxima simplicidad.
- Baja velocidad de rotación. Menor de 500 rpm, cuanto más lento, más silencioso y duradero será.
- Sobredimensionado de materiales. Puesto que partiremos de piezas de reciclaje deben estar bien sobredimensionadas.

El aerogenerador debe ser eficaz, es decir, debe empezar a aprovechar vientos de 10 a 14 Km/h sino de las 5000 a 6000 horas útiles pasaríamos a 2000 o menos.

Hay que evitar un error muy frecuente, colocar el aparato a poca altura o en sitios poco ventosos. Si queremos obtener abundante energía, hay que colocar nuestro molino en una torre o poste bien alto, que salve todos los obstáculos de alrededor (nunca menos de 8 metros). A mayor altura, el viento es más intenso, su dirección más constante y con menos turbulencias destructivas.

La alegría que se siente cuando ves un molino hecho por uno mismo funcionando, sólo podrán apreciarla cuando lo hagan ustedes.

Se adquiere conciencia energética, ya no dará igual que sople más o menos el viento. No podemos olvidar que Eolo nos regala la energía que consumimos.

Multipala bombeo utilizado para regar tres hectáreas de olivos.



TIPOS DE MÁQUINAS

Existen máquinas de eje vertical, como la Panemona y el rotor Savorius, y de eje horizontal. De los distintos tipos nos vamos a centrar en el estudio de estos últimos.

Todos los aerogeneradores de eje horizontal necesitan enfrentarse al viento para que este incida perpendicularmente al plano de la hélice, la forma más sencilla de encararla al viento es utilizando una veleta o timón.

La veleta debe ir a una distancia del eje sobre el que pivota el molino, comprendida entre 0'75 y 1 veces el diámetro de la hélice. Su superficie es variable, de un 20 a un 15% del área barrida por la hélice. Se debe colocar de manera que no esté sujeta rígidamente al armazón del molino, su peso debe ser suficiente para equilibrar el de la hélice y debe tener todas las esquinas redondeadas para no atraer a los rayos

Todos los molinos de eje horizontal necesitan regulación de la velocidad de rotación para evitar que se rompan con vientos fuertes.

ENERGÍA DEL VIENTO

La energía del viento es energía cinética:

$$E_c = \frac{1}{2} m v^2$$

Donde m es la masa del aire en Kg y v es la velocidad instantánea del viento en m/s

La energía teóricamente recuperable por unidad de tiempo, es decir, la potencia teórica en vatios(w) viene dada por la siguiente formula:

$$P_t = \frac{1}{2} \rho \cdot A \cdot v \cdot v^2 = \frac{1}{2} \rho \cdot A \cdot v^3 = 0'62 \cdot A \cdot v^3$$

ρ es la densidad del aire (1'25 kg/m³)

A es la superficie perpendicular a la corriente de aire, barrida por la máquina, en m².

Sin embargo, no se puede conseguir toda esta potencia, ya que la velocidad, una vez atravesada la superficie captora, no es nula.

Betz, demostró que el valor máximo teórico es del 59'3% de toda la energía del viento.

$P_{ma} = 0'37 \cdot A \cdot v^3$, esta es la potencia que obtendríamos con un aerogenerador de rendimiento 100% respecto al máximo teórico de de Betz.

Está claro que no existe una máquina que sea capaz de tener ese rendimiento por lo que

Debemos afectar la fórmula fundamental de un coeficiente de rendimiento Cr.

$$\text{Potencia útil} = 0'37 \cdot A \cdot v^3 \cdot C_r$$

El coeficiente C_r depende del tipo de molino y de nuestra habilidad como constructores.

Otra característica de las hélices es la razón de velocidad punta u/v , relaciona la velocidad de la punta o extremo de la hélice (u) con la del viento. Cuanto mayor es este factor más rápida va la hélice. Sirve para calcular la velocidad de rotación de una hélice en función de la velocidad del viento y de su diámetro (D en metros):

$$\text{Rpm} = 19 \cdot v \cdot (u/v) / D = 19 \cdot u / D$$

Los valores típicos de C_r y u/v aparecen en la siguiente tabla.

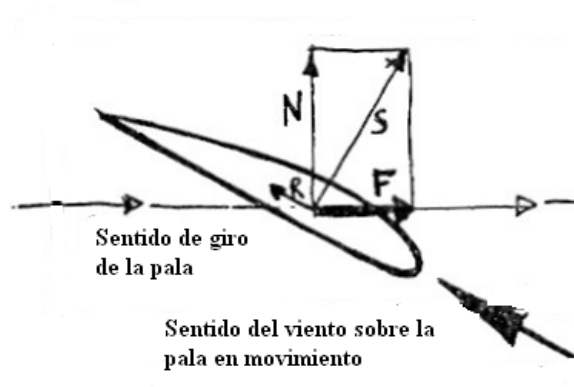
Tipo de captor	C_r	u/v	Observaciones
Panemona	0'1	0'5	Lento. Mucho par de arranque. Poca potencia. Fuerza motriz.
Rotor Savorius	0'25	1	Velocidad y rendimiento medio. Bastante par de arranque.
Cretense	0'3	1	Lento. Mucho par de arranque y buen rendimiento.
Multipala	0'3	1	Lento. Buen rendimiento y mucho par. Resistente.
Tradicional	0'3	2-3	Velocidad y par medio con buen rendimiento. Fuerza motriz.
Aerodinámica	0'45	6-8	Mucha velocidad y rendimiento. Pero poco par de arranque.

HÉLICE AERODINÁMICA

Se empezaron a utilizar en aerogeneradores a principios del siglo XX por tener una mayor velocidad de rotación que permitía acoplar el generador con poca multiplicación o simplemente en directo. Tiene un buen rendimiento por lo que se obtiene la misma energía que la multipala con menos diámetro.

Funcionan por el mismo principio que permite volar a un pájaro, la sustentación.

Funcionamiento de la hélice aerodinámica.



He decidido utilizar tres hélices aerodinámicas, ya que el sistema tripala tiene mayor par de arranque que el bipala. Encontré mucha información sobre como fabricar las palas de madera, preparé unos tablones de álamo negro, madera de dureza media y gran resistencia. Compré un cepillo eléctrico y me puse manos a la obra, tenía virutas de madera por toda la casa y sólo había construido una de las palas cuando encontré una forma muy sencilla de hacer las hélices con tubería de PVC.



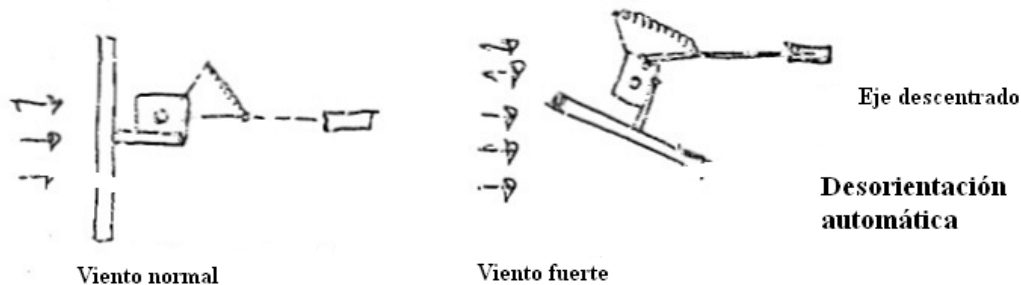
SISTEMA DE REGULACIÓN

Todo molino de viento de eje horizontal, por pequeño que sea, debe tener sistemas que lo protejan del exceso de velocidad del viento y que permitan pararlo de forma cómoda y eficaz cuando queramos.

El sistema de regulación más sencillo y tal vez más eficaz, es la llamada desorientación. Consiste en girar el plano de la hélice hasta colocarlo paralelo a la veleta, y por lo tanto paralelo a la dirección del viento, de forma que el viento pasa de lado y no actúa sobre la hélice. Este movimiento puede hacerse manualmente y de forma automática.

El accionamiento automático se hace de forma muy sencilla bien colocando una paleta desorientadora, o bien desplazando el eje de giro de la hélice de 6 a 10 cm con respecto al eje vertical

sobre el que pivota el molino. Este sistema, llamado desorientación por eje descentrado funciona debido a que la presión del viento sobre la hélice hace que ésta tienda a colocarse paralela al viento cuando la velocidad aumenta.



GENERADORES

La dinamo o alternador, cuya misión es transformar el movimiento de las palas en energía eléctrica es una de las partes más importantes del aerogenerador.

Lo ideal son generadores lentos y de mínimo mantenimiento.

Características de los generadores

Tipo de generador	Potencia en w	Régimen en rpm	Voltaje	Ventajas	Inconvenientes
Magneto de moto	≤50	900-2000	12V	Mantenimiento nulo. Sin escobillas.	Sin regulación
Alternador de coche	≤600	1200-2500	12-24V	Admite regulación	No se autoexcita, con escobillas. Mediocres
Alternador de imanes permanentes	≤600	150-600	12V	Mantenimiento nulo. Sin escobillas. Muy lento.	Sin regulación. Autoconstrucción tecnológica.
Motor trifásico convertido en alternador asíncrono	≤50000	600-1500	125/220/380 V	Mantenimiento nulo. Sin escobillas. Autoexcitado. Barato	Sin regulación
Alternador síncrono comercial	≤50000	700-1500	125/220/380 V	Admite regulación. Lento	Caros. Con escobillas

Voy a utilizar un motor trifásico asíncrono con rotor de jaula de ardilla transformado en generador.

Los motores trifásicos de inducción de rotor de jaula de ardilla, se pueden utilizar como generadores, por acoplamiento de un grupo trifásico de condensadores conectados en triángulo. Las principales ventajas de este generador son su robustez y ausencia de escobillas, por lo que están prácticamente exentos de averías. La simplicidad de funcionamiento y su bajo coste lo hacen ideal en instalaciones de cierta potencia.



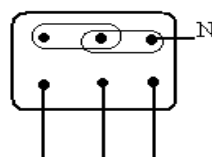
El motor trifásico se comporta como generador gracias al grupo trifásico de condensadores. Al girar el motor, el pequeño magnetismo permanente, con ayuda de los condensadores, da lugar al proceso de autoexcitación.

Se utilizan condensadores apolares, los electrolíticos explotarían, de unos 15 microfaradios y 220V por kilovatio de potencia del motor. A mayor capacidad el generador funciona a menos revoluciones.

Para cada motor con un grupo de condensadores, el motor genera el mismo voltaje a menos revoluciones con sus devanados en estrella. En cada caso, hay que hacer algunas pruebas de funcionamiento. Para comprobar el funcionamiento de mi generador lo acoplé a un motor Diter de gasoil mediante una correa de transmisión, con un polímetro medí el voltaje en función de las revoluciones, funcionó perfectamente. Incluso le conecté un motor eléctrico de 2cv que movió sin problemas. En cuanto a la potencia eléctrica del generador, se puede sacar $\frac{3}{4}$ del nominal de la potencia como motor.

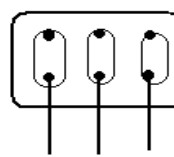
Tipos de conexión

En estrella



Fases

En triángulo



Fases

MULTIPLICACIÓN

Es necesario utilizar algún tipo de multiplicación, que eleve las revoluciones para acoplar el generador eléctrico.

Lo más habitual es utilizar cajas de engranajes, tienen relaciones de multiplicación muy variables y se pueden comprar nuevas aunque es más barato utilizarlas usadas. Se pueden utilizar cajas de cambio de vehículos, podemos encontrarlas de distintas relaciones de transmisión, 1:5; 1:25; 1:16. Lo ideal es utilizar cajas de engranajes helicoidales ya que son más silenciosas que las de engranajes rectos.

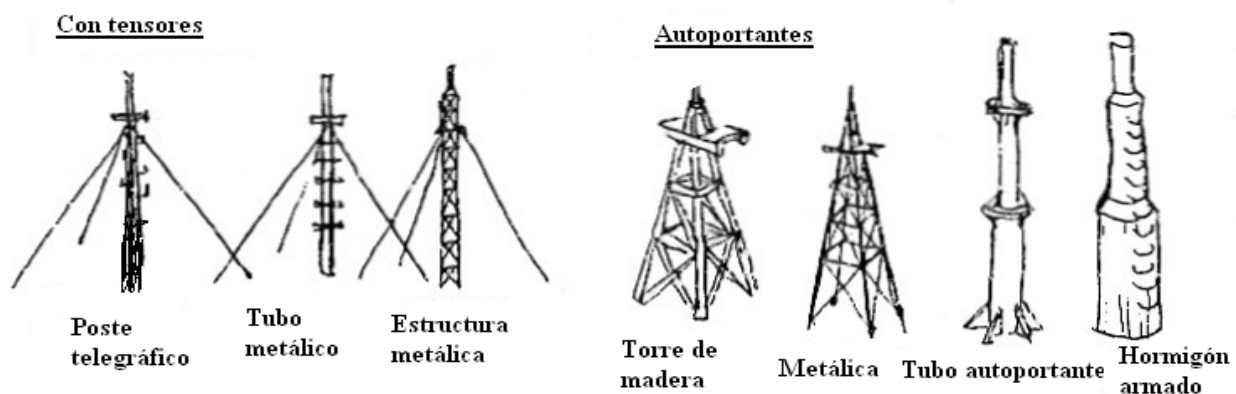
Para la multiplicación voy a utilizar una caja multiplicadora que encontré en un desguace que me va a permitir multiplicar la velocidad por 20.

TORRES

La torre juega un papel decisivo ya que de su altura y situación dependerá la producción del molino. La velocidad del viento varía en función de la altura (H) en terreno de rugosidad media ($\alpha=0'2$) según la siguiente expresión: $v = (H/10)^\alpha$

La altura más recomendable es de 10-15 metros, y en ningún caso debe bajarse de los 7 metros.

Existen dos tipos fundamentales: las atirantadas y las autoportantes. Las primeras son las más baratas y fáciles de montar, y por lo tanto las más extendidas para pequeños molinos.



Bibliografía

- Energía hidráulica y eólica práctica. Juan Ignacio y Sebastian Urquia Lus. 1983.
- El poder del viento. Josep Puig. Ed. Ecotopía Barcelona.
- Harnessing wind power for home energy. Dermont Mc. Guigan.